

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 62-135297  
(43) Date of publication of application : 18.06.1987

(51) Int. Cl. H02P 8/00  
H02P 7/00

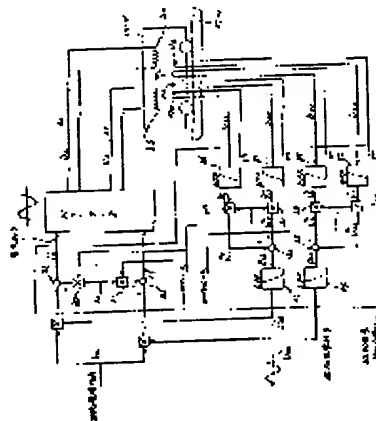
(21) Application number : 60-275766 (71) Applicant : SHINKO ELECTRIC CO LTD  
(22) Date of filing : 06.12.1985 (72) Inventor : FUKUYAMA NORIO

(54) DETECTOR FOR POSITION OF MAGNETIC POLE

(57) Abstract:

PURPOSE: To eliminate the need for the fitting of a dedicated pole-position sensor to the outside, and to miniaturize a device by overlapping a high-frequency signal to a motor drive signal, detecting flux change by a detecting without concentrically wound to a motor winding and obtaining a pole-position signal.

CONSTITUTION: A high-frequency signal is overlapped to a current command by multipliers 22, 21 and subtractors 22, 23. A power amplifier feeds current according to the command to a winding. Bypass filters (HPF) 24~27 lead out only the high-frequency signals from sensor winding voltage VS1~VS4. Multipliers 28~31 for multiplying HPF outputs by the same high-frequency signals as the overlapping ones to the current command, a subtractor 32 subtracting outputs from the multipliers 28 and 29, a subtractor 33 subtracting outputs from the multipliers 30 and 31 and low-pass filters 34, 35 for eliminating high-frequency components from outputs from the subtractors 32, 33 are mounted, and a pole-position signal is acquired.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]  
[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]  
[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-135297

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

H 02 P 8/00  
7/00

識別記号

3 0 3  
1 0 1

庁内整理番号

Z-7315-5H  
C-2106-5H

⑭ 公開 昭和62年(1987)6月18日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 磁極位置検出装置

⑯ 特 願 昭60-275766

⑰ 出 願 昭60(1985)12月6日

⑱ 発 明 者 福 山 典 夫

伊勢市竹ヶ鼻町100 神鋼電機株式会社伊勢工場内

⑲ 出 願 人 神鋼電機株式会社

東京都中央区日本橋3丁目12番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 齊 藤 春 弥

明 細 書

1. 発明の名称

磁極位置検出装置

2. 特許請求の範囲

(1) 凸極性を有する永久磁石形モータにおいて、複数のモータ巻線電流のそれぞれにより生ずる磁束変化を電気信号に変換する複数個の検出手段と、上記複数のモータ巻線電流に互いに位相の異なる高周波信号を重畳する手段と、上記複数個の検出手段から得られた電気信号から、磁極位置信号を復調する手段、を具備することを特徴とする磁極位置検出装置。

(2) 磁極位置信号復調手段は、複数個の検出手段から得られた電気信号から、磁極位置に対応して振幅変調された高周波信号のみを取り出す手段と、上記振幅変調された高周波信号を、モータ巻線電流に重畳した高周波信号で変調する手段と、変調された信号に含まれる直流バイアス成分を除去する手段と、変調用高周波信号を除去し、磁極位置信号のみを取り出す手段、を具備することを特徴

とする、特許請求の範囲第1項記載の磁極位置検出装置

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、イメージスキャナのヘッド送り等に使用して好適なパルスモータに係り、特にパルスモータを直流機相当の性能で制御するために不可欠な磁極位置信号を、パルスモータの磁極から直接検出することで、本来モータ外部に付加されるセンサを取除き、モータの小形化を図った磁極位置検出装置に関する。

(従来の技術)

近年、交流機の制御技術として、ベクトル制御法が開発され、交流機も直流機と同等の高性能制御が可能となった。永久磁石形交流機にベクトル制御法を適用するためには、磁極位置を検出するセンサが必要である。センサ信号をもとに、モータ巻線に流れる交流電流の位相を制御すれば、モータが発生するトルクは、ロータの位置にかかわらず常に電流に比例し、直流機と等価となること

が知られている。

ハイブリッド形パルスモータも永久磁石形交流機の一つと考えられ、ベクトル制御法を適用するには、外部に磁極位置センサが必要である。

第4図～第7図はこの種のパルスモータの構成を示す図である。図において、スライダがスケール上を移動するようになっている。スケールの上面には、一定のピッチでスケール歯が形成されている。一方スライダは、永久磁石と永久磁石のN極側とS極側に固定されたコ字状のコアとから成り、コアには磁極1, 2, 3, 4が形成されている。磁極1, 2, 3, 4とスケール歯はわずかなギャップを隔てて対向し、磁極1, 3, 2, 4の順にスケール歯と1/4ピッチずつずれている。磁極1, 2には巻線5aが、磁極3, 4には巻線5bがそれぞれ巻かれている。

スライダには第5図に示すように非磁性材を介し磁極位置センサが取り付けられている。磁極位置信号は、90°位相の2相信号として得られるように、2個のセンサが配置されている。1相分の構成は、永久磁石と永久磁石のN極側、S極側に

スケール歯に対して同一位置となるように配置すれば、電流指令 $i_a^*$ と巻線5aの誘起電圧および電流指令 $i_b^*$ と巻線5bの誘起電圧が同位相となり、最も効率よく推力を発生できる。さらにスライダが移動しても、磁極位置センサとスライダの相対位置関係は変わらないため、電流指令 $i_a^*$ と巻線5aの誘起電圧および電流指令 $i_b^*$ と巻線5bの誘起電圧は常に同位相となり、その結果パルスモータの推力は電流指令のみによって決定される。よって、第7図の構成で駆動されるパルスモータは、電流指令 $i_m$ から見れば全く直流機と等価と見なすことができる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

パルスモータの高性能制御を行うためには、磁極位置センサを必要とし従来はモータ外部に特別の磁極位置センサを取付けていたが、その分モータサイズが大きくなり、またこのモータを組込んだ装置全体のサイズも大きくなるという欠点があった。

〔問題点を解決するための手段〕

固定された磁極6, 7(磁極8, 9)およびS極側のギャップに取り付けたホール素子で形成されている。磁極6, 7(磁極8, 9)とスケール歯はわずかなギャップを隔てて対向し、かつ同ピッチとなっている。さらに磁極6(磁極7)と磁極8(磁極9)は互いに1/4ピッチだけずれている。スライダが移動すると、永久磁石と磁極6, 7(磁極8, 9)とスケールで構成された磁気回路の磁気抵抗が変化し、それによっても磁束が変化する。この磁束変化は位置 $x$ の関数となるため、これをホール素子で検出すれば、第6図に示す位置検出信号 $V_{sa}$ 、 $V_{sb}$ が得られる。

第7図にこの種のモータの駆動回路の一構成例を示すが、 $V_{sa}$ と $V_{sb}$ の直流バイアス分はセンサアンプで除去し、位置信号として交流成分のみを取り出し、電流振幅指令 $i_m$ と乗算すれば、交流の電流指令 $i_a$ 、 $i_b$ が得られる。パワーアンプは指令通りの電流をモータ巻線に供給する。

即ち、磁極位置センサとスライダの相対位置関係を第5図に示すように、磁極6と磁極1がスケ

この発明は、モータ駆動信号に高周波信号を重畳する手段と、モータ巻線電流によって生じる磁束変化を検出する手段と、検出信号から上記高周波信号のみ分離し、磁極位置信号に変換する検出回路を具備することを特徴とする。

〔作用〕

上記構成によれば、スライダがスケール上を移動する時の磁極の磁気抵抗変化が、検出された高周波信号の振幅変化となって現われるため、この振幅変化のみを取り出せば磁極位置信号が得られる。

〔実施例〕

以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。第1図は本発明の一実施例によるパルスモータの要部を示す構成図、第3図は磁極位置検出回路の一実施例によるブロック図である。

スライダの磁極1, 2には巻線5aが、磁極3, 4には巻線5bが巻かれ、それぞれパワーアンプによって駆動される。さらに磁極1には巻線10aが、磁極2には巻線11aが、磁極3には巻線10bが、磁

図4には巻線11bが巻かれ、巻線10aの電圧 $V_{s1}$ 、巻線11aの電圧 $V_{s2}$ 、巻線10bの電圧 $V_{s3}$ 、巻線11bの電圧 $V_{s4}$ はそれぞれ磁極位置検出回路へ入力されている。磁極位置検出回路は、第3図に示すごとく、電流指令に高周波信号を重畳するための乗算器20、21および減算器22、23と、センサ巻線電圧 $V_{s1} \sim V_{s4}$ から高周波信号のみを取り出すためのハイパスフィルタ(HPF)24~27と、HPF出力に電流指令に重畳したのと同じ高周波信号を乗算するための乗算器28~31と、乗算器28と29の出力を減算する減算器32と、乗算器30と31の出力を減算する減算器33と、減算器32、33の出力から高周波成分を除去するためのローパスフィルタ(LPF)34、35とで構成される。

以下に第1図~第3図を参照しながら動作を説明する。

第1図のモータ巻線5aに電流 $i_a$ が流れると、それによる磁束は磁極1→スケール→磁極2→磁極1という磁気回路を流れ、巻線10a、巻線11aにそれぞれ電圧を誘起する。

に依存する成分、第3項は $i_a$ と磁極位置に依存する成分となり、第3項のみを分離できれば磁極位置の検出が可能となる。

次に第3図の検出回路の動作を説明する。電流指令 $i_a^*$ は、推力発生に作用する基本波成分と、基本波より十分高い周波数の信号を減算器22で重畳して得られる。高周波成分は、乗算器20で振幅 $I_s$ と交流信号 $\sin(\omega t + \varphi)$ を乗算して作成する。パワーアンプは指令通りの電流を巻線5aに供給する。今、 $i_a$ の基本波位相は巻線5aの誘起電圧と同相となるように決めれば $i_a$ は次式となる。

$$i_a = -I_m \sin \frac{2\pi}{\tau} x + I_s \sin(\omega t + \varphi) \dots \dots \dots (3)$$

$i_a$ の基本波位相と巻線5aの誘起電圧の位相を同相とするのは、最も効率よく推力を発生させるためである。(3)式を(1)、(2)式に代入すると、 $V_{s1}$ 、 $V_{s2}$ はそれぞれ次式で与えられる。

$$\begin{aligned} V_{s1} = & -N_s \Delta \phi \frac{2\pi}{\tau} \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} + \Delta M_s I_m \frac{2\pi}{\tau} \sin^2 \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} \\ & - \Delta M_s I_s \frac{2\pi}{\tau} \sin(\omega t + \varphi) \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} \end{aligned}$$

巻線10aの電圧 $V_{s1}$ および巻線11aの電圧 $V_{s2}$ はそれぞれ次式で得られる。

$$\begin{aligned} V_{s1} = & -(N_s \Delta \phi + \Delta M_s i_a) \frac{2\pi}{\tau} \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} \\ & + 2M_s \frac{dia}{dt} + \Delta M_s \cos \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dia}{dt} \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{s2} = & (N_s \Delta \phi + \Delta M_s i_a) \frac{2\pi}{\tau} \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} \\ & + 2M_s \frac{dia}{dt} - \Delta M_s \cos \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dia}{dt} \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

ここで  $N_s$  ; 巻線10a (巻線11a)の巻数

$\Delta \phi$  ; 永久磁石により磁極1 (磁極2)を流れる磁束の位置による変化量の最大値

$M_s$  ; 磁極1 (磁極2)の巻線5aと巻線10a (巻線11a)の間の相互インダクタンスの平均値

$\Delta M_s$  ; 磁極1 (磁極2)の巻線5aと巻線10a (巻線11a)の間の相互インダクタンスの位置による変化量の最大値

一例として、磁極1の磁束と相互インダクタンスの位置による変化を第2図に示す。(1)、(2)式の右辺第1項は主に速度に依存する成分、第2項は $i_a$

$$\begin{aligned} & - 2M_s I_m \frac{2\pi}{\tau} \cos \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} + 2M_s I_s \omega_s \cos(\omega t + \varphi) \\ & - \Delta M_s I_m \frac{2\pi}{\tau} \cos^2 \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} + \Delta M_s I_s \omega_s \cos \frac{2\pi}{\tau} x \cos(\omega t + \varphi) \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{s2} = & N_s \Delta \phi \frac{2\pi}{\tau} \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} - \Delta M_s I_m \frac{2\pi}{\tau} \sin^2 \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} \\ & + \Delta M_s I_s \frac{2\pi}{\tau} \sin(\omega t + \varphi) \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} \\ & - 2M_s I_m \frac{2\pi}{\tau} \cos \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} + 2M_s I_s \omega_s \cos(\omega t + \varphi) \\ & + \Delta M_s I_m \frac{2\pi}{\tau} \cos^2 \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} - \Delta M_s I_s \omega_s \cos \frac{2\pi}{\tau} x \cos(\omega t + \varphi) \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

$V_{s1}$ 、 $V_{s2}$ をそれぞれハイパスフィルタ24、25を通し、 $\omega_s$ の成分以外を除去すると、 $\widetilde{V}_{s1}$ 、 $\widetilde{V}_{s2}$ は次式となる。

$$\begin{aligned} \widetilde{V}_{s1} = & -\Delta M_s I_s \frac{2\pi}{\tau} \sin(\omega t + \varphi) \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt} \\ & + 2M_s I_s \omega_s \cos(\omega t + \varphi) \\ & + \Delta M_s I_s \omega_s \cos \frac{2\pi}{\tau} x \cos(\omega t + \varphi) \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

$$\widetilde{V}_{s2} = \Delta M_s I_s \frac{2\pi}{\tau} \sin(\omega t + \varphi) \sin \frac{2\pi}{\tau} x \frac{dx}{dt}$$

$$+2M_s I_s \omega_s \omega (\omega s t + \varphi)$$

$$-\Delta M_s I_s \omega_s \omega \frac{2\pi}{T} \times \omega (\omega s t + \varphi) \dots \dots \dots (7)$$

さらに直流バイアス成分を除去するため乗算器28、29で $V_{s1}$ 、 $V_{s2}$ にそれぞれ $\omega (\omega s t + \varphi)$ を乗算し、乗算器28の出力から乗算器29の出力を減算器32で減算すれば、その出力 $V_{sa}$ は次式となる。

$$V_{sa} = -2\Delta M_s I_s \frac{2\pi}{T} \sin \frac{2\pi}{T} \times \frac{dx}{dt} \sin 2(\omega s t + \varphi)$$

$$+\Delta M_s \omega_s I_s \omega \frac{2\pi}{T} \times \omega 2(\omega s t + \varphi)$$

$$+\Delta M_s \omega_s I_s \omega \frac{2\pi}{T} \times \dots \dots \dots (8)$$

ローパスフィルタ34を通して $\omega_s$ の成分を除去すれば、磁極位置信号 $\widetilde{V}_{sa}$ は次式のように得られる。

$$\widetilde{V}_{sa} = \Delta M_s \omega_s I_s \omega \frac{2\pi}{T} \times \dots \dots \dots (9)$$

次に巻線5bの電流 $i_b$ を

$$i_b = I_m \omega \frac{2\pi}{T} \times -I_s \omega (\omega s t + \varphi) \dots \dots \dots (10)$$

とし、前述と同様の処理を行えば、磁極位置 $\widetilde{V}_{sb}$ は次式で得られる。

$$\widetilde{V}_{sb} = \Delta M_s I_s \omega_s \sin \frac{2\pi}{T} \times \dots \dots \dots (11)$$

要がない。

従ってこのパルスモータをイメージスキャナのヘッド送り等に使用すれば、装置全体の小形化が図れる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例によるパルスモータの要部の構成を示す図、第2図は磁極1の磁束と巻線5aと巻線10a間の相互インダクタンスの位置による変化を示す図、第3図は本発明の一実施例による磁極位置検出回路の構成を示すブロック図、第4図は従来のパルスモータの構成を示す図、第5図は従来の磁極位置センサの構成を示す図、第6図は従来の磁極位置センサの検出波形図、第7図は従来のパルスモータの駆動回路の構成を示す図である。

出願人 神鋼電機株式会社

代理人 弁理士 斎藤孝弥

$\widetilde{V}_{sb}$ と電流振幅指令 $I_m$ を乗算すれば、 $i_a$ の基本波成分が得られ、 $\widetilde{V}_{sa}$ と $I_m$ を乗算すれば $i_b$ の基本波成分が得られる。ただし、 $i_a$ と(3)式、 $i_a$ と(10)式を等しくするためには

$$\Delta M_s I_s \omega_s = 1 \dots \dots \dots (12)$$

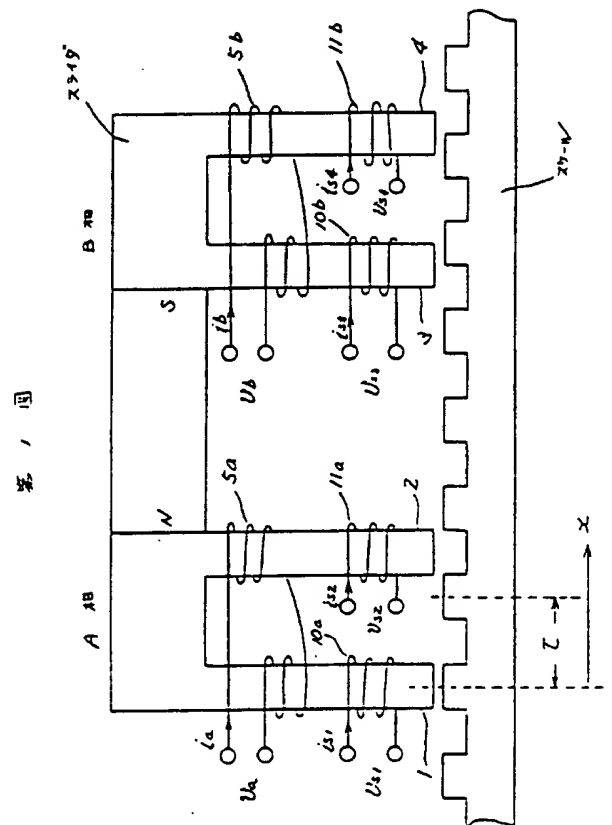
となるように $I_s$ を決めなければならない。

こうして、本実施例によれば、特別に磁極位置センサを外部に付けなくても、磁極位置の検出が可能となり、モータの小形化を図ることができる。

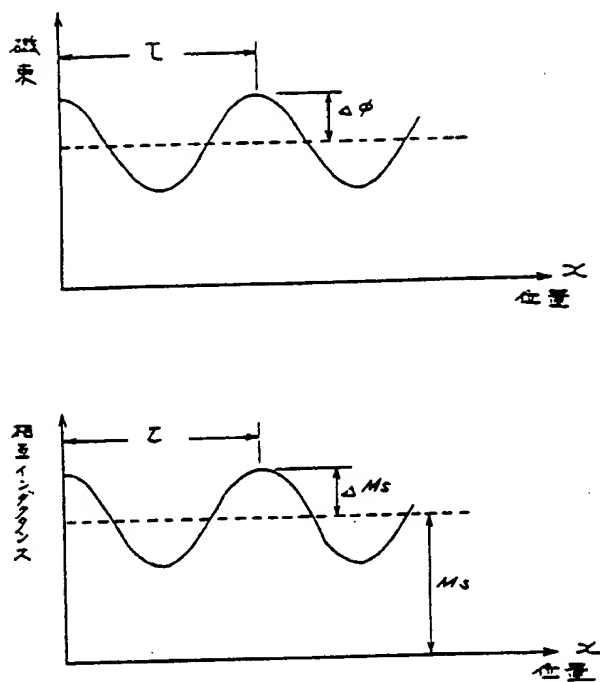
なお、上記の説明はリニアパルスモータを例にとって説明したが、ロータリパルスモータやその他凸極性を有する永久磁石形モータに適用することも可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、この発明はモータ駆動信号に高周波信号を重畳し、その時の磁束変化をモータ巻線と同心に巻かれた検出巻線で検出して、電子回路で磁極位置信号に変換するようにしたので、外部に専用の磁極位置センサを取り付ける必



第 2 図



第 4 図

